

БУМАГА И ДРУГИЕ ОСНОВЫ ДЛЯ ПЕЧАТИ

БИБЛИОТЕКА
ГРУППЫ ЦИП «ИДЕЛ-ПРЕСС»

СЦДБ — Гатчина — 2002 г.



22781

Бумага и другие основы для печати.

Издательство СЦДБ 2002 г., 30 с., ил. Учебное издание/Пер. с итал.;

Кратко и доступно излагается материал по технологии производства бумаги разных типов, ее классификации и специфике использования.

Предназначается для учащихся профтехобразования, печатников и технологов цехов офсетной печати.

Печатается по оригинальному изданию:

Челестино Коломберо, Роберто Рамбальди "Бумага и другие основы для печати"

Celestino Colombero, Roberto Rambaldi, "Carta e altri supporti di stampa" in "Tecnologia grafica", "Scuola grafica Salesiana "SAN ZENO", г. Верона (Италия), 1996 с. 451-478.

Эксклюзивные права на издание: Салезианский Центр "Дон Боско" (г. Гатчина)

Издатель: Джузеппе Табарелли, официальный представитель "Scuola grafica "SAN ZENO" в России, Полиграфическая школа Салезианского Центра "Дон Боско"

Перевод: Тихонова Т.А.

Оформление обложки: Тонкович А.Б.

Верстка и иллюстрации: Федоров А.Н., Тонкович А.Б., Шевченко М. Ф.

Общая редакция: Тонкович А.Б., Котомина Е.В.

Ответственный за выпуск: Джузеппе Табарелли

Подписано в печать 01.05.2002 г. Формат 62х94^{4/8}. Печать офсетная. Тираж 999 экз.

Заказ № 61.

Отпечатано в типографии Полиграфической Школы Салезианского Центра "Дон Боско".

Лиц. Серия ПД. № 2-69-600 А000202

18834 РОССИЯ, Ленинградская обл., г. Гатчина, ул. Чкалова, д. 7

тел/факс. (271) 20-710, тел. (271) 15-373, E-mail: sgs@gtg.ru

© Copyright 1994 by Istituto Salesiano "San Zeno"

© Издательство СЦДБ, Гатчина 2002

© Оформление – Издательство Салезианский Центр "Дон Боско", 2002

СОДЕРЖАНИЕ

1.ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ	4
2.РАСТЕНИЯ, ИСТОЧНИКИ ВОЛОКНИСТОГО СЫРЬЯ	4
Лес. Посадка и рубка леса.	5
Окорка	6
3.ЦЕЛЛЮЛОЗА ИЛИ ХИМИЧЕСКИЕ ДРЕВЕСНЫЕ МАССЫ	6
Сульфатный способ	7
Процесс с бисульфитом кальция (сульфитный способ)	7
4. ДРЕВЕСНАЯ МАССА	8
5. ПОЛУХИМИЧЕСКИЕ МАССЫ. ЦЕЛЛЮЛОЗА С ВЫСОКИМ ВЫХОДОМ (ПОЛУЦЕЛЛЮЛОЗА)	8
6. ОТБЕЛКА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ	9
7. ДРУГИЕ ВОЛОКНИСТЫЕ ВЕЩЕСТВА	10
Хлопковые очесы	10
Тряпичная полумасса	10
Макулатура	10
8. НАПОЛНИТЕЛИ	10
9. ПРОКЛЕЙКА	11
Проклейка в массе	11
Поверхностная проклейка	12
10. ОКРАШИВАНИЕ БУМАГИ	12
11. ПОДГОТОВКА БУМАЖНОЙ МАССЫ. МАССНЫЙ РАЗМОЛ	13
12. БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНАЯ МАШИНА	14
Круглосеточная (барабанная) машина	14
Машина непрерывного действия с плоским сеточным столом	14
13. МЕЛОВАННИЕ БУМАГИ	15
Общие сведения	15
Состав суспензии для мелования	16
Методы мелования	16
Мелование металлическим лезвием - шабером	17
14. ЗАВЕРШАЮЩИЕ ОПЕРАЦИИ	18
Вторичное мотальное устройство	18
Бумага машинной гладкости и каландрированная бумага	19
Каландрирование	19
Кондиционирование бумаги	20
Намоточные машины (накаты)	20
Бумагорезательные машины	21
Отборочно-счетные залы	21
Упаковка. Тара. Складирование	22
15. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ БУМАГИ	22
Классификация бумаги и картона	22
Писчая и печатная бумага	23
Упаковочная бумага и особые типы	24
Техническая бумага	24
16. РАЗМЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ. ФОРМАТ	24
17. НЕБУМАЖНЫЕ ОСНОВЫ	25
Ткань	26
Искусственная кожа	26
Металлический прокат	26
Полимерные пленки	26
Комбинированные материалы	28

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ	4
2. РАСТЕНИЯ, ИСТОЧНИКИ ВОЛОКНИСТОГО СЫРЬЯ	4
Лес. Посадка и рубка леса.	5
Окорка	6
3. ЦЕЛЛЮЛОЗА ИЛИ ХИМИЧЕСКИЕ ДРЕВЕСНЫЕ МАССЫ	6
Сульфатный способ	7
Процесс с бисульфитом кальция (сульфитный способ)	7
4. ДРЕВЕСНАЯ МАССА	8
5. ПОЛУХИМИЧЕСКИЕ МАССЫ. ЦЕЛЛЮЛОЗА С ВЫСОКИМ ВЫХОДОМ (ПОЛУЦЕЛЛЮЛОЗА)	8
6. ОТБЕЛКА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ	9
7. ДРУГИЕ ВОЛОКНИСТЫЕ ВЕЩЕСТВА	10
Хлопковые очесы	10
Тряпичная полумасса	10
Макулатура	10
8. НАПОЛНИТЕЛИ	10
9. ПРОКЛЕЙКА	11
Проклейка в массе	11
Поверхностная проклейка	12
10. ОКРАШИВАНИЕ БУМАГИ	12
11. ПОДГОТОВКА БУМАЖНОЙ МАССЫ. МАССНЫЙ РАЗМОЛ	13
12. БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНАЯ МАШИНА	14
Круглосеточная (барабанная) машина	14
Машина непрерывного действия с плоским сеточным столом	14
13. МЕЛОВАНИЕ БУМАГИ	15
Общие сведения	15
Состав суспензии для мелования	16
Методы мелования	16
Мелование металлическим лезвием - шабером	17
14. ЗАВЕРШАЮЩИЕ ОПЕРАЦИИ	18
Вторичное мотальное устройство	18
Бумага машинной гладкости и каландрированная бумага	19
Каландрирование	19
Кондиционирование бумаги	20
Намоточные машины (накаты)	20
Бумагорезательные машины	21
Отборочно-счетные залы	21
Упаковка. Тара. Складирование	22
15. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ БУМАГИ	22
Классификация бумаги и картона	22
Писчая и печатная бумага	23
Упаковочная бумага и особые типы	24
Техническая бумага	24
16. РАЗМЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ. ФОРМАТ	24
17. НЕБУМАЖНЫЕ ОСНОВЫ	25
Ткань	26
Искусственная кожа	26
Металлический прокат	26
Полимерные пленки	26
Комбинированные материалы	28

БУМАГА И ДРУГИЕ ОСНОВЫ ДЛЯ ПЕЧАТИ

Челестино Коломберо
Роберто Рамбальди

1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Бумага – самая распространенная и чаще всего используемая основа для печати. Ее изобретение китайцами примерно в 105 г. после Р.Х., затем ее распространение на западе (после 100 г.) дали мощный толчок средствам коммуникации; позже этот толчок увеличился в связи с использованием составных печатных форм.

До изобретения бумаги мир средиземноморья пользовался в качестве основы для письма глиняными табличками (цивилизация Месопотамии) и папирусом (египетская, позже – греко-римская цивилизации), который изготовлялся в виде тонких полос, наложенных друг на друга в два слоя и прижатых друг к другу; он извлекался из сердцевины растения “*Cyperus Papyrus*”, росшего по берегам Евфрата и Нила, а также в других влажных субтропических и средиземноморских зонах.

В начале средних веков папирус, от названия которого во многих европейских языках происходит слово “бумага” (франц. “papier”, англ. “paper”, нем. “Papier”, и т.д.), заменяется пергаментом, то есть шкурами животных, обработанными и выдубленными таким образом, что они образуют тонкие рулоны, на которых можно писать. Из пергамента были изготовлены и первые книги, подобные по форме и структуре современным. Однако постепенно пергамент уступил место бумаге, как по экономическим причинам, так и потому, что бумагу легче использовать в качестве основы для письма и печати.

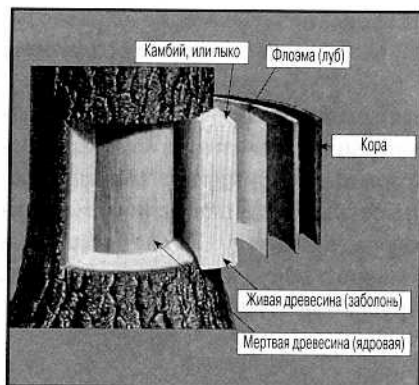
С технико-товароведческой точки зрения, бумагу можно определить, как войлок из растительных (целлюлоза) волокон и наполнителей. Термин “войлок” означает, что связи, соединяющие растительные волокна, физико-химические по своей природе.

2. РАСТЕНИЯ, ИСТОЧНИК ВОЛОКНИСТОГО СЫРЬЯ

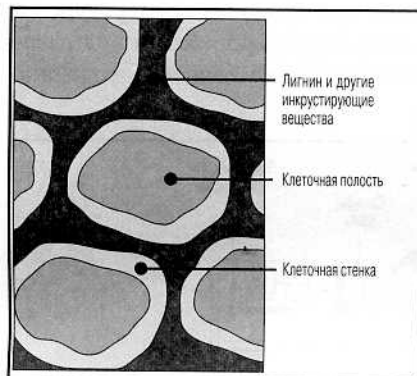
Целлюлоза – это природный полимер, который, будучи смешан с другими укрепляющими и инкрустирующими веществами, является основным составляющим растительных тканей, например, древесины. Целлюлоза находится в состоянии высокой чистоты также в хлопке, то есть в белом волокне, покрывающем семена растения.

До середины прошлого века первое растительное волокнистое сырье, используемое при производстве бумаги, вырабатывалось из обрывков хлопка, льна или конопли. Растущий спрос на целлюлозу для бумаги впоследствии привел к химическому извлечению целлюлозы из древесины, где ее содержание равно примерно 50%.

Древесина применяется также без химической обработки (без выделения целлюлозы), то есть она может употребляться в бумажной смеси в результате только механической обработки. Задача химической обработки – отделить целлюлозу от так называемых



Целлюлоза – основной компонент растительных тканей.



Вид в сечении некоторых волокон, окруженных слоем инкрустирующих веществ.

Лес. Посадка и рубка леса

инкрустирующих веществ, в основном, от лигнина (природного полимера). Лигнин – аморфное, нечетко определенного химического состава вещество – легко растворяется вместе с другими инкрустирующими веществами в растворах каустической соды (гидроокиси натрия), сульфитов и бисульфитов, которые не растворяют целлюлозу. Именно на этой различной растворимости основаны процессы отделения целлюлозы от лигнина и прочих инкрустирующих веществ.

Выбор типа древесины, из которой можно добыть целлюлозу, зависит от различных критериев, основными среди которых являются стоимость, доступность сырья (дерева и химических реактивов, необходимых для обработки) и, наконец, нужный тип целлюлозы.

Древесину для выделения целлюлозы можно получить из различных растений, которые классифицируют следующим образом: хвойные, лиственные и однолетние растения.

1. Хвойные. Они включают различные породы деревьев, из которых самыми широко используемыми являются сосна и ель. Древесина хвойных пород дает лучшую техническую целлюлозу: хорошая древесина хвойных содержит 50% целлюлозы, 30% лигнина, 15% гемицеллюлозы и 5% других веществ. Хвойные дают так называемую “длинноволокнистую” целлюлозу.

2. Лиственные. В основном это тополь, береза, липа, папоротник и каштан. Целлюлоза, полученная из лиственных пород, называется “коротковолокнистой”. Долгое время эта древесина считалась низкокачественным заменителем древесины хвойных пород, но недавно это отношение было пересмотрено, поскольку меньшая механическая прочность этой бумаги компенсируется ее непрозрачностью, мягкостью и пластичностью.

3. Однолетние растения. Они считаются низкокачественными суррогатами хвойных и лиственных пород, несмотря на то, что к ним применяются особые процессы для увеличения выхода целлюлозы. Среди самых популярных можно упомянуть солому зерновых культур (пшеницы и риса), очесы манильской конопли и волокна конопли и джута.

Кроме того, источником волокна для бумаги являются хлопковые очесы, то есть, самые короткие волокна, примыкающие к семенам хлопка (более длинные волокна используются в ткацком производстве), а также макулатура.

В северных регионах из-за влажного климата, подходящей почвы и редкой населенности большие лиственные и хвойные леса остались вплоть до нашего времени. Однако употребление древесины длястроек, карьеров, но особенно для получения бумаги создало огромные проблемы также и на севере, так как вырубка леса, даже если она проводится упорядоченно и с умом, значительно превышает увеличение его за счет новых растений. Поэтому на вырубленных территориях и на других, подготовленных специальным образом, постоянно осуществляются рациональные посадки.

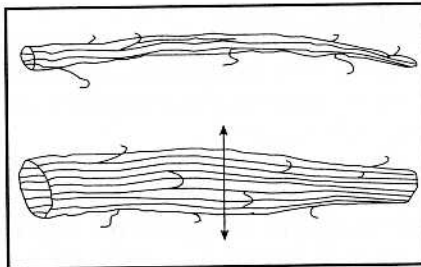
Вырубку проводят в сезон, и стволы сплавляют в долину. На севере, где у рек широкое ложе с медленным течением, речной поток переносит древесину до устья, где находятся центры сбора или непосредственно фабрики по производству целлюлозы. На складах стволы штабелируются с двойной целью: сушки и обеспечения запасов.

К моменту использования древесина должна пройти тщательную подготовку. Первая операция – распил. Стволы пилят на бревна нужного размера; их длина определяется требованиями машинного оборудования (чаще около 1 м).

Окорка



3. ЦЕЛЛЮЛОЗА ИЛИ ХИМИЧЕСКИЕ ДРЕВЕСНЫЕ МАССЫ



Капиллярное впитывание влажности увеличивает волокна только в поперечном направлении.

Вторая операция – снятие коры. Кора, не содержащая целлюлозы, но богатая пробкой, танином и т.п., очень мешает чистоте целлюлозы или древесной массы.

Сегодня применяются автоматические окорочные станки различных моделей; самыми распространенными являются так называемые окорочные барабаны, огромные цилиндры с металлическими каркасами и несколько разнесенными клепками; они медленно вращаются и на одну треть погружены в воду. За счет вращения и трения друг о друга, бревна теряют кору, которую собирают, измельчают и сжигают. Такие бруски называются балансами.

До начала химической обработки древесины с целью извлечения из нее целлюлозы, бревно следует тщательно окорить и затем измельчить в соответствующих механизмах (*дробильных машинах - дефибрерах*), чтобы получить фрагменты древесины (щепу) толщиной несколько миллиметров и длиной стороны несколько сантиметров, при этом насколько возможно более однородные по размерам.

Химическая обработка щепы обычно выполняется в автоклавах (которые неправильно называют бойлерами), где древесина или растительная масса обрабатывается при высокой температуре (от 130 до 180° С, в зависимости от выбранного процесса) и под давлением (от 4 до 8 атмосфер) с реактивом в виде концентрированного

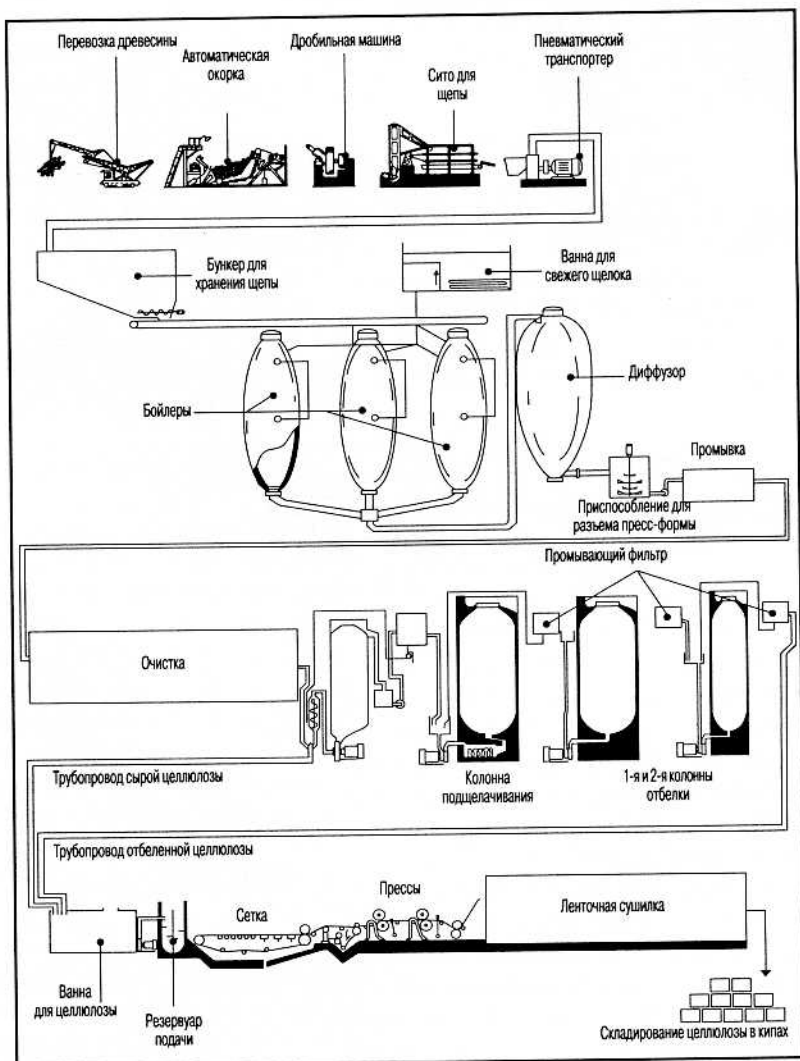


Схема установки для выделения целлюлозы

водного раствора щелока. Автоклав ведет себя, как огромная кастрюля-сковорода, так как он позволяет достичь высокой температуры таким образом, чтобы жидкость не кипела и не было утечки пара.

После “варки” жидкую массу переносят на промывочные фильтры, где волокнистая масса отделяется от обедненного щелока; затем на соответствующих виброситах удаляются сучки, непроваренная щепка и другие примеси.

Истощенный щелок (“черный щелок”) и твердые отходы подвергаются различной обработке с целью регенерации; а волокнистая масса (целлюлоза) после длительной очистки проходит операцию отбеливания, чтобы удалить ее темный цвет; об этой операции будет рассказано позже.

Наконец, целлюлозу в виде водной суспензии можно без дальнейшей обработки употребить для производства бумаги, если бумагоделательная фабрика примыкает к целлюлозной; в противном случае (и это бывает чаще всего) проводят дегидратацию, то есть осушение, либо дренирование на ткани (операцию, сходную с получением бумаги в машине непрерывного действия) и осушение целлюлозного листа, либо в вакууме, с устранением воды путем выпаривания (процесс называется Flash drying – Скоростное осушение)

Теперь подробно изложим два самых часто употребляющихся химических процесса выделения целлюлозы из древесины.

Сульфатный процесс

Это щелочной процесс, где щелок содержит гидроокись натрия (NaOH) и сульфид натрия (Na_2S), а также небольшое количество сульфата натрия (Na_2SO_4) и карбоната натрия (Na_2CO_3). К белому щелоку добавляют небольшое количество черного щелока, высвободившегося от предыдущих процессов обжига, который катализирует разрушение инкрустирующих веществ.

Эта обработка несколько ухудшает качество целлюлозы, из которой можно получить более прочные сорта бумаги для различных нужд, в зависимости от того, получена ли она из древесины хвойных пород, лиственных или же однолетних растений. Небеленная целлюлоза хвойных пород используется для получения прочной оберточной бумаги – крафт-бумаги.

Беленная целлюлоза хвойных пород также используется для высокопрочной бумаги, полукартон и т.п.; а в смеси с сульфитной целлюлозой, для получения писчей и печатной бумаги.

Менее прочная сульфатная целлюлоза лиственных пород используется для печатной бумаги, салфеток, промокатальной бумаги и т.п.

Процесс с бисульфитом кальция

В этом процессе (обычно называемом “сульфитным процессом”) в качестве щелока используется гидросульфит кальция или раствор бисульфита кальция $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ и серного ангидрида (SO_2).

В этом процессе также нужно различать по свойствам и применению сырую, полубеленную и беленную целлюлозу, а по происхождению – целлюлозу хвойных и лиственных пород. Кроме того, условия варки (продолжительность, температура и т.д.) существенно влияют на конечные характеристики целлюлозы.

Ограничиваясь рассмотрением только беленой целлюлозы, следует сказать, что целлюлоза хвойных пород пригодна для печатной бумаги, бумаги для пишущих машин, бумаги для писем, ценных бумаг, веленовой бумаги и т.д.; целлюлоза лиственных пород используется почти всегда вместе с целлюлозой хвойных для придания однородности структуры, «безоблачного» просвета и очень гладкой поверхности.

4. ДРЕВЕСНАЯ МАССА

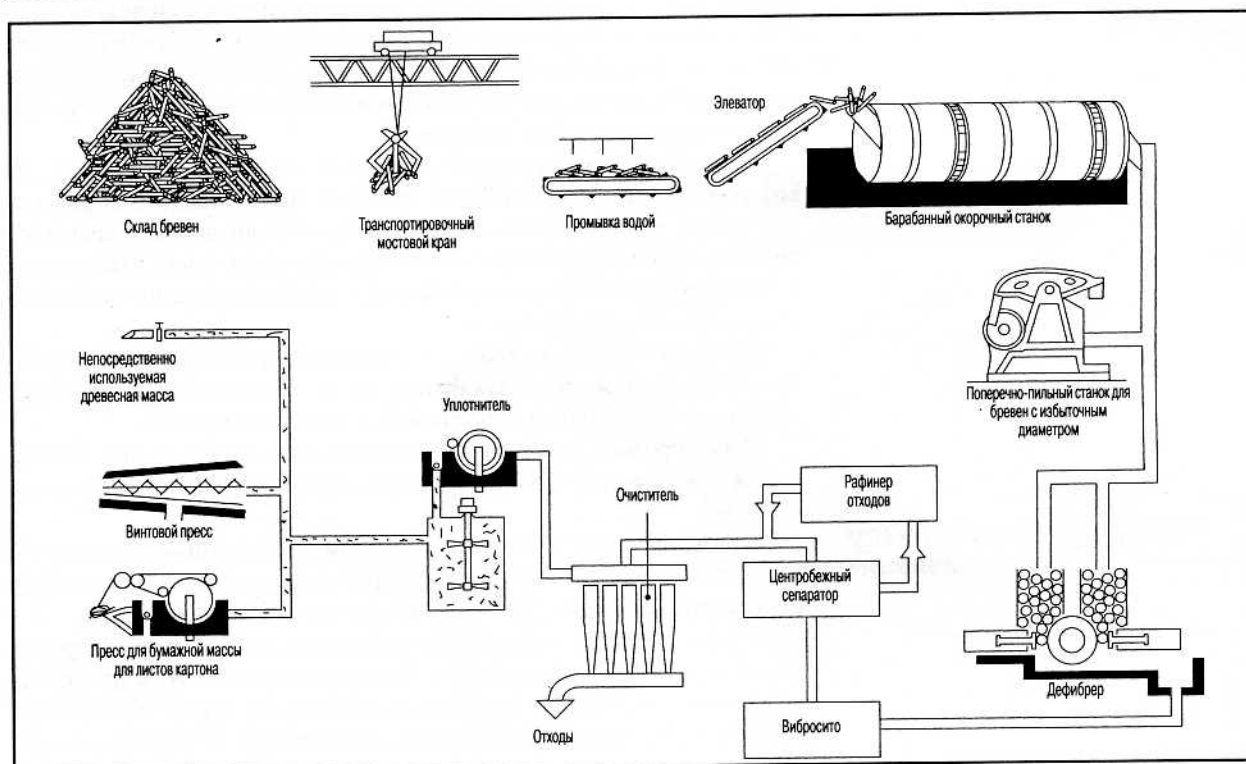
Сегодня это важнейшее волокнистое вещество для получения бумаги. Древесная масса не подвергается никакой химической обработке; ее получают из круглых плоских заготовок древесины механическим путем, так называемым дефибрированием. Еще один тип древесной массы получают, измельчая древесную щепу рафинированием на дисковых рафинерах.

Древесная масса отличается очень сложной структурой; кроме небольшого количества отдельных волокон, в ней находится много обрывков волокон и пучков волокон различных размеров.

Механическая прочность древесной массы низка; она непригодна для бумаги, где требуется именно это свойство. Поскольку она содержит весь древесный лигнин, то изменяется (окисляется) под действием света, тепла и старения (например газеты, которые желтеют со временем). Однако она имеет высокую инертность к изменению размеров из-за влажности, хорошую мягкость (деформируемость при сжатии) и дает бумагу с достаточно высокой степенью гладкости.

По этим причинам, а также из-за своей невысокой стоимости, она вместе с другими типами волокнистых веществ употребляется для всех типов печатной бумаги, для которых не нужна большая долговечность; например, для газетной, журнальной бумаги и некоторых типов мелованной бумаги. Кроме того, она употребляется для многих типов писчей бумаги и обоев.

Схема установки для получения
древесной массы



5. ПОЛУХИМИЧЕСКИЕ МАССЫ. ЦЕЛЛЮЛОЗА С ВЫСОКИМ ВЫХОДОМ (ПОЛУЦЕЛЛЮЛОЗА)

Под выходом целлюлозы понимают процент выделенного волокнистого вещества в сравнении с сырьем (древесиной, соломой и т.д.); химическая целлюлоза или масса имеет средний выход около 50% (в зависимости от использованного процесса и исходного растительного сырья). Древесная масса, или механическая масса, имеет безусловно значительно более высокий выход, около 90%. Полухимические массы, полученные путем умеренной химической обработки растения, удаляю-

щей лишь какую-то часть инкрустирующих веществ, и дополненной соответствующей механической обработкой, чтобы отделить волокна, дают промежуточный выход; он колеблется от величин чуть более 60 до 70 – 80%.

Их свойства – промежуточные между свойствами целлюлозы и древесной массы, в зависимости от интенсивности химической обработки.

Подытоживая и рассматривая в качестве основного критерия возрастающее содержание лигнина (и стало быть, параллельно с этим, увеличение выхода), можно построить следующую шкалу выхода: химическая целлюлоза, полухимическая масса, древесная масса, с различными промежуточными степенями.

6. ОТБЕЛКА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

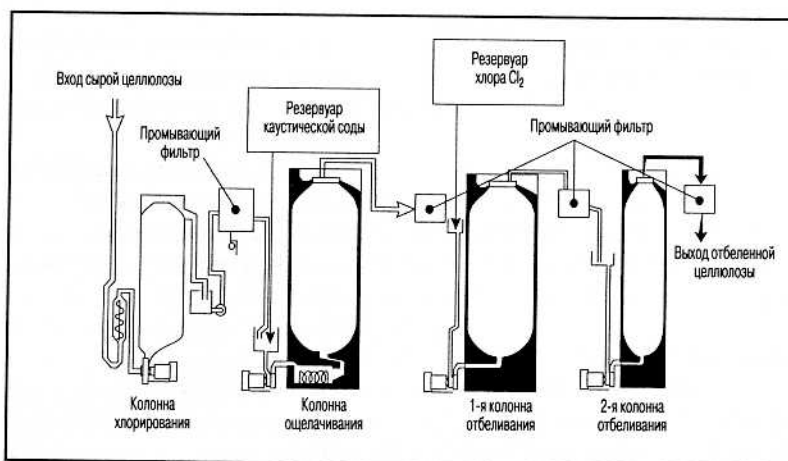
Задача этой химической обработки, или отбеливания, – отбелить или сильно высветлить волокнистые вещества для бумаги. Существуют различные процессы отбели для целлюлозы, древесной массы и для полухимических масс. Они основываются прежде всего на химических реакциях, которые, разрушая красящие вещества, должны оставить в целости волокнистые вещества.

Отбелка целлюлозы выполняется последовательными стадиями с использованием окисляющих реагентов на основе хлора (газообразный хлор, двуокись хлора, гипохлорит натрия или кальция) или перекисей водорода. При такой обработке лигнин растворяется или разрушается. В случае древесной массы отбелку выполняют реактивами, уменьшающими желтый цвет древесного вещества, но не воздействующими на лигнин и на целлюлозу, т.е. не вызывать

Следует заранее сказать, что степень белизны бумаги увеличивается белыми пигментами, например, двуокисью титана, которые используются, как компоненты бумажной массы или мелованной суспензии, а также бесцветными флюоресцентными веществами (преобразующими ультрафиолетовые излучения в голубые), которые называются оптическими отбеливателями.

Отбеливание перекисью водорода, без применения хлора, становится все более интересным процессом, за счет того, что степень загрязнения промывных вод значительно ниже.

Отбеливающие колонны



Такая целлюлоза называется бесхлорной и используется для получения “экологической” бумаги. “Степень белизны” этой бумаги ниже, чем у бумаги, полученной из отбеленной хлором целлюлозы; и цена ее немного выше.

7. ДРУГИЕ ВОЛОКНИСТЫЕ ВЕЩЕСТВА

Хлопковые очесы

Кроме химической целлюлозы и древесной массы, составляющих сегодня 90% волокнистых веществ, употребляемых в производстве бумаги, в небольшом количестве используются также искусственные и прочие типы волокон.

Очесы, то есть короткие волокна, примыкающие к семенам хлопка, с химической точки зрения состоят из чистой целлюлозы, восков и масел, которые удаляют развариванием в щелочи и различными промывками; они придают бумаге высокую рыхлость и непрозрачность.

Тряпичная полумасса

Тряпичную полумассу, некогда широко использовавшуюся в изготовлении бумаги, получают из использованной одежды и белья, обрезков нового готового платья, различных тряпок растительного происхождения (хлопок, лен, конопля и т.д.), которые подвергаются легкой химической обработке, а затем проходят операции распускания и отбеливания, после чего превращаются в волокнистую массу. Тряпичная полумасса считается лучшим волокнистым веществом для получения бумаги; будучи смешана в различных пропорциях с химической целлюлозой, она используется для бумажных денег и вообще для ценных бумаг, для дорогой писчей бумаги, для тончайшей печатной бумаги, а также для сигаретной бумаги.

Макулатура

Макулатура — это уже использованная и регенерированная бумага, которая превращается в массу в воде и подвергается очистке, чтобы удалить все посторонние вещества. Если она получена из печатной бумаги, ее следует подвергнуть обработке, чтобы удалить краску, или остатки засохшей краски. Эта трудная операция осуществляется процессами промывки, предварительного эмульгирования или флотации, которые позволяют отделить частицы краски от волокнистого вещества; за этим следуют химические обработки (отбеливание). Употребление макулатуры зависит от ее первоначального состава; при соответствующей сортировке макулатуры и добавке целлюлозы можно получить хорошую печатную и писчую бумагу. Макулатура более низкого качества предназначена для производства оберточной бумаги и картона.

Все вышерассмотренные материалы (целлюлоза, древесная масса и т.п.) — растительного происхождения и, как уже говорилось, свойства бумаги, полученной из них зависят в основном от свойчиваемости (от способности образовывать войлок), то есть от межволоконных связей, существующих в молекулярной структуре целлюлозы.

Использование искусственных или синтетических волокон в качестве материала для бумаги обусловлено необходимостью развивать новые технологии, которые позволили бы возместить отсутствие межволоконных связей, типичных для целлюлозы, и более высокую стоимость по сравнению с растительными волокнами; впрочем, для особых и технических нужд получают бумагу на основе синтетических волокон, например, нейлона. Используется также стекловолокно для получения особой бумаги с повышенной химической и высокотемпературной стойкостью. Но примеры такого применения крайне редки в области печати, и мы ограничились лишь упоминанием о них.

8. НАПОЛНИТЕЛИ

Наполнители — это белые пигменты, функция которых не только в том, чтобы придать белизну и непрозрачность тому изделию, куда они вводятся, но также — а иногда исключительно — в том, чтобы придать ему определенные физические и технологические характерис-

тики. Хотя, как мы уже убедились, основной компонент бумаги – волокнистое вещество, наполнители являются важнейшим элементом бумажной массы для производства всех видов бумаги и совершенно необходимы для печатной бумаги.

Идеальные характеристики хорошего наполнителя:

- высокое адсорбционное удержание, то есть способность соединяться с волокнами так, чтобы его не уносило водой, стекающей с сетки машины непрерывного действия;
- высокая степень белизны;
- высокий показатель преломления, чтобы он мог придать непрозрачность бумаге;
- высокая дисперсность частиц (оптимальное значение – 0,2 - 0,3 микрона в диаметре);
- низкая объемная масса: наполнитель должен быть рыхлым и объемным;
- нерастворимость в воде и высокая химическая инертность;
- стойкость к действию света и времени;
- отсутствие абразивности, то есть низкая твердость;
- умеренная цена.

Кроме того, хороший наполнитель должен придать бумаге удовлетворительную степень гладкости, мягкости на ощупь, пластичности, плавности в письме и т.д.

Наполнители для бумаги – неорганические по природе и могут быть природного происхождения (минералы), либо получаться химическим путем (искусственные).

Самые важные из них: карбонат кальция, каолин и двуокись титана.

9. ПРОКЛЕЙКА

Под этим термином понимают как сопротивляемость бумаги к проникновению жидкостей, так и обработку, которой подвергают волокнистую массу, чтобы придать ей это свойство.

Основная задача проклейки – дать возможность писать или печатать, препятствуя избыточному поглощению бумагой краски или водянистых жидкостей; отсюда очевидна важность проклейки при изготовлении писчей и печатной бумаги.

Проклейку осуществляют соответствующими веществами, которые на языке бумажников называют клеями или клеящими веществами; их добавляют в массу (проклейка в массе) либо на поверхность уже сформированного листа (проклейка поверхностная). Проклейка в массе выполняется всегда, а поверхностную проклейку выполняют лишь на некоторых типах бумаги.

Проклейка в массе

При этом процессе клеящее вещество, диспергированное в воде с бумажной массой, осаждается на волокна путем коагуляции, изменяя рН системы. Повсеместно применяемое клеящее вещество – канифоль – предварительно преобразуют в щелочное мыло (резинат натрия), затем его разводят водой (канифольное молоко) и диспергируют в виде суспензии в бумажной массе.

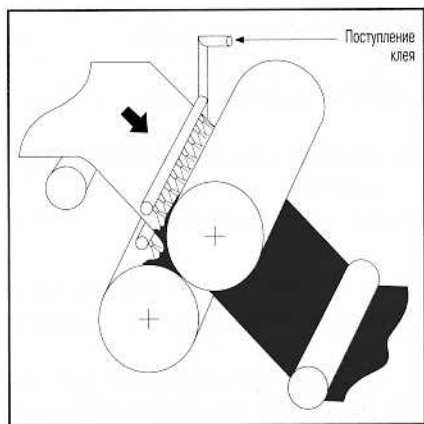
Во время горячей сушки бумаги смола расплавляется и прилипает к целлюлозным волокнам, делая их водоотталкивающими. Поэтому проклейка в массе не намного уменьшает пористость бумаги, но сильно снижает смачиваемость волокон; как мы увидим, клеящие вещества уменьшают пористость бумаги и снижают ее поглощающую способность.

При проклейки в массе вместе с канифолью используют также особые клеящие вещества на основе дисперсий воска и синтетических смол.

Осаждение канифольной смолы выполняют путем добавления в массу сульфата алюминия; при этом понижается рН и доходит до чисто

кислотных значений ($\sim \text{pH} = 5$). Это приводит к меньшей долговечности бумаги. Чтобы устранить этот недостаток, в настоящее время используются другие вещества, например, димеры алкилкетена, которые уменьшают смачиваемость волокон, но не слишком снижают пористость бумаги. Эти вещества не требуют кислой среды и используются с $\text{pH} = 7$. Это дает много преимуществ, но и некоторые трудности в процессах изготовления, хотя, по-видимому, будущее принадлежит этой технологии.

Поверхностная проклейка



Size-press, или клеильный пресс

Эту операцию выполняют, нанося на уже сформированный лист бумаги раствор клеящего вещества, которое, осаждаваясь на поверхности бумаги, после высыхания образует более или менее непрерывную пленку.

В качестве поверхностных клеящих веществ используют различные водорастворимые коллоиды, например, желатин (он употребляется только для очень тонких бумаг, ценных бумаг и особых типов бумаги), либо модифицированные крахмалы.

Поверхностная проклейка определяет большую прочность листа, то есть уменьшает явление пыления, или отделение волокнистых частиц и наполнителей, осаждающихся на печатную форму или на резину. Этот недостаток, весьма ухудшающий производство и качество печати, тем не менее, всегда присутствует, поскольку скорость печати постоянно увеличивается.

Поверхностная проклейка осуществляется в машине непрерывного действия за счет использования особого устройства, которое называется клеильный пресс или "size-press". Он состоит из двух цилиндров - прессов, которые наносят на обе поверхности листа жидкость, разбрызгиваемую рядом сопел.

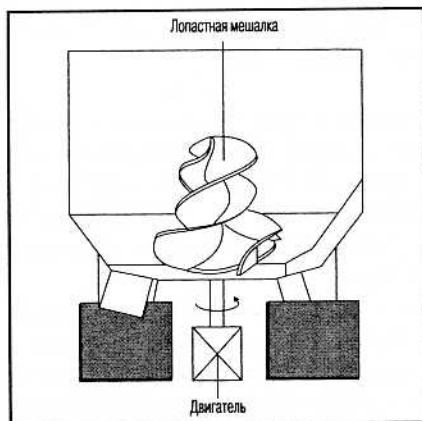
10. ОКРАШИВАНИЕ БУМАГИ

Печатная бумага обычно белого цвета; однако некоторые виды газетной, журнальной бумаги и бумаги для писем, а также для особых нужд окрашиваются растворимыми красителями или пигментами; кроме того, почти все виды белой печатной бумаги содержат небольшое количество пигментов, то есть голубых или фиолетовых красителей, исправляющих немного желтоватый оттенок.

Так же как и проклейка, окрашивание бумаги может выполняться, либо в массе либо путем нанесения красящих дисперсий и растворов на поверхность уже сформированного листа.

Выбор красителей и пигментов зависит не только от красящего эффекта, но и от предназначения бумаги. Например, для бумаги для упаковки продуктов питания следует употреблять красители, которые не растворяются теми продуктами питания, с какими бумага соприкоснется (например растительные масла и жиры), и допустимые в соответствии с законодательством о продуктах питания.

Особый класс представляют собой оптические отбеливатели (или оптические корректоры). Бесцветные в видимом свете, они дают в ультрафиолетовом излучении яркую голубую или фиолетовую флюоресценцию; однако, поскольку солнечный свет (или флюоресцентные лампы) содержит также и ультрафиолетовые излучения, оптический отбеливатель добавляет бумаге слегка голубоватый оттенок, уравновешивающий имеющуюся легкую желтизну и за счет этого увеличивающий эффект белизны.



Гидроразбиватель, или pulper

11. ПОДГОТОВКА БУМАЖНОЙ МАССЫ. МАССНЫЙ РАЗМОЛ.

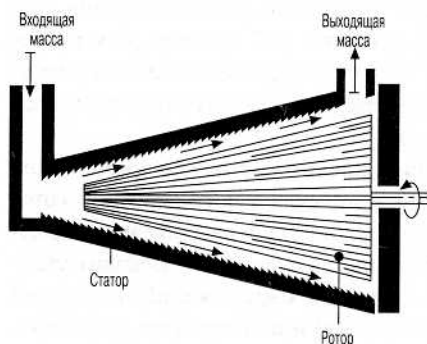
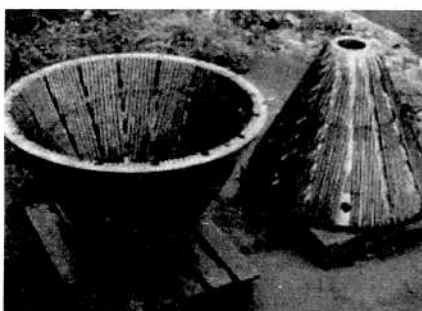


Схема конической мельницы



Открытый конический рафинер

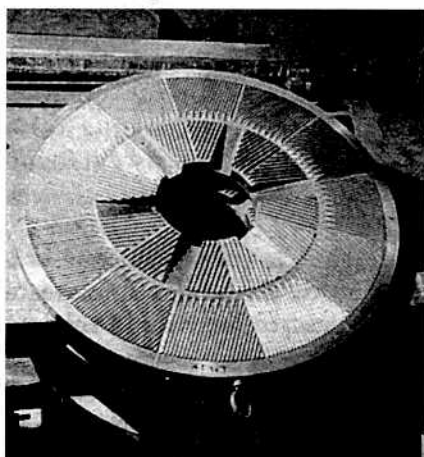
В бумажном производстве бумажной массой считают водную суспензию, содержащую все вещества – волокнистые и не волокнистые – для образования листа бумаги: целлюлозу, древесную массу, наполнители, клеящие вещества и различные добавки. Растительные волокна поступают на бумагоделательную фабрику в сухом состоянии в картонах; чтобы привести их в состояние водной суспензии, используется устройство, называемое гидроразбиватель (измельчитель, или pulper).

Подготовка бумажной массы включает целый ряд операций; некоторые из них мы уже рассмотрели, а именно: проклейка в массе, добавление наполнителей, красящих веществ (при необходимости) и добавок. Здесь мы должны проанализировать важнейшую операцию – массный размол. Речь идет о механической обработке, которой следует подвергнуть волокна; она сильно повлияет на основные характеристики бумаги: непрозрачность, растяжимость, прочность на разрыв, однородность структуры, линейную деформацию при увлажнении, удельный вес. Задача рафинирования заключается в основном в том, чтобы увеличить число точек соприкосновения между волокнами и фибриллами целлюлозы, количественно и качественно повышая “межволоконные связи”, или “связи свойлачиваемости”.

Практически массный размол включает два основных действия: резку, в которой волокно режется в поперечном направлении, то есть укорачивается; и фибриллирование, – под этим термином понимают более сложные операции, которым подвергается волокно, когда трется о ножи или когда они сминают его. При массном размоле первичная перегородка волокна вначале разбухает и фибриллы целлюлозы расширяются; затем на поверхности и в особенности на концах появляются тонкие нити, отделяющиеся от перегородки; это и есть фибриллы.

Операция проводится механизмами, называемыми дисковыми мельницами. В дисковых мельницах всех типов операция выполняется действием трения между двумя движущимися элементами, между которыми проходит волокнистая суспензия.

Самая старая дисковая мельница – так называемый “голландер”, сегодня почти полностью вышла из употребления. Она состоит из эллиптической ванны, разделенной на две части продольной перегородкой – сепаратором, не достигающей до противоположных стенок ванны, вследствие чего в ванне образуется кольцевой канал, по которому движется волокнистая масса. В одной из двух частей ванны находится вращающийся цилиндр – размалывающий барабан, снабженный стальными ножами, режущими каменными сегментами, навстречу которым направлены другие ножи, установленные на дне ванны. Проходя через противоположно направленные ножи, волокна в водной суспензии



Станина дисковой мельницы

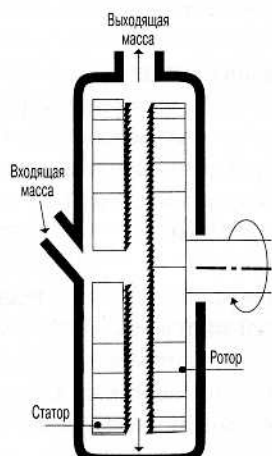
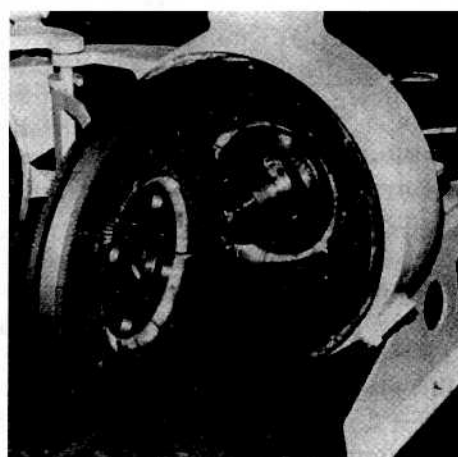


Схема дисковой мельницы



Вид дисковой мельницы

зии подвергаются резке и фибриллированию, типичным для массного размола.

Размол в голландере – периодический процесс, постепенно заменившийся непрерывными, более быстрыми процессами, где масса непрерывно поступает на дисковую мельницу либо на несколько последовательно расположенных мельниц.

Первой непрерывной мельницей была коническая мельница, где горизонтальный конический ротор (снабженный ножами, как и голландер) вращается в коническом корпусе, где тоже имеются ножи: волокнистая суспензия проходит пространство между ротором и корпусом и таким образом размалывается.

Более поздней, и самой употребительной в настоящее время, стала дисковая мельница, состоящая из двух металлических дисков, в которых проделаны желобки различного профиля и рисунка; оба диска помещены в металлический корпус. Волокнистая суспензия проходит участок между двумя дисками (обычно один из них вращающийся, а другой неподвижный, но порою оба вращающиеся) и подвергается рафинированию.

После рафинирования волокнистая суспензия готова для смешивания с другими компонентами бумажной массы; а потом ее, как таковую, посылают на машину непрерывного действия для изготовления бумажного листа.

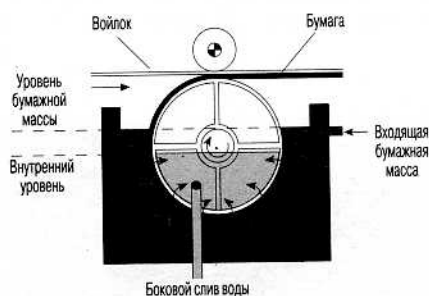
12. БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНАЯ МАШИНА

Бумагоделательная машина – это “сердце” бумагоделательной фабрики, поскольку вся подготовительная установка рассчитана с учетом ее производительности.

На предприятиях непрерывного цикла машина работает безостановочно 24 часа в сутки в течение всего года. Ее останавливают только по большим праздникам и на ремонт; эти остановки следует планировать, с тем, чтобы оптимизировать количество остановок машины.

Каждая машина производит определенный спектр бумаги. Некоторые машины меньше по размерам, они являются многоцелевыми; другие, специализированные на определенный тип изделий, могут достигать высоких скоростей производства.

Круглосеточная (барабанная) машина



Машина непрерывного действия с плоским сеточным столом

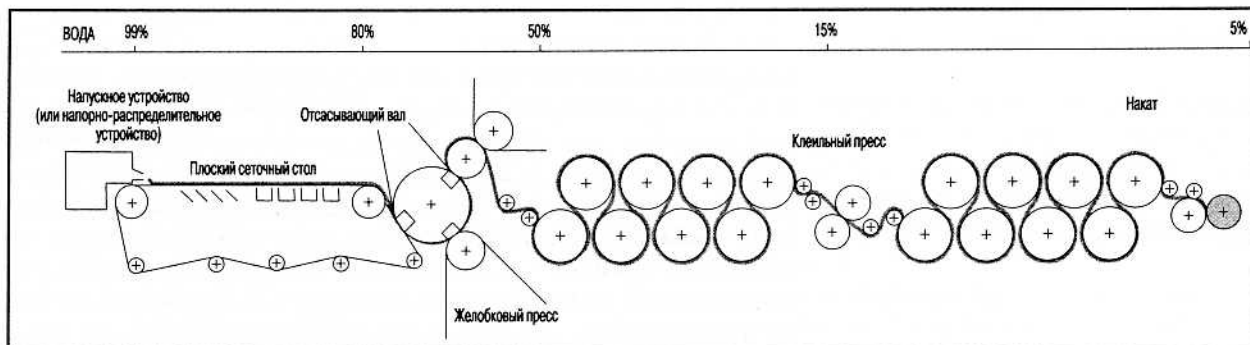
Машина такого типа редко используется для изготовления печатной бумаги, поскольку формат и скорость производства не слишком высоки. Тем не менее, бумага, полученная на ней, отличается высоким качеством.

Кратко рассмотрим, как работает машина этого типа, используемая для изготовления ценных бумаг и толстого картона.

Круглосеточная машина состоит из цилиндрического барабана, покрытого металлической сеткой с мелкими отверстиями, погруженного в ванну, где находится бумажная масса, и вращающегося в ней. Волокнистая масса равномерным слоем оседает на сетку, а вода отсасывается вакуумом внутрь барабана. На влажный волокнистый слой под определенным давлением опускается полусухой войлок, на который переносится только что сформировавшийся лист, освобождая сетку барабана.

Это мощная машина, производительность которой может достигать до 5-10 тонн в час. Ныне имеются различные ее модели; здесь мы ограничимся лишь описанием типовой схемы.

В общих чертах на плоскосеточной машине бумажная масса, разведенная водой примерно до 99%, наносится на сетку из синтетических



волокон, которая движется в горизонтальном направлении так, чтобы обеспечить стекание избыточной воды и затем сформировать влажный лист, который после этого подвергается дегидратации и сушке в непрерывном процессе. В современных машинах больших размеров лента может достигать ширины более 10 метров и двигаться со скоростью более 60 км/час.

До поступления в машину бумажную массу очищают от тяжелых посторонних частиц гидроциклонами, а от самых грубых частиц — центрифужными очистителями. Через напускное устройство масса насосом подается на сетку; при движении на сетке масса освобождается от воды за счет стекания и всасывания ее специальными отсасывающими ящиками и отсасывающим гауч-валом.

В конце горизонтального прохождения сетка влажный уже сформированный лист идет на presses, то есть на ряд войлоков в виде непрерывной ленты, которые проводят его между валами.

Теперь лист, уже имеющий достаточную силу сцепления, идет самостоятельно к секции сушки, состоящей из ряда чугунных сушильных цилиндров, которые изнутри нагреваются паром; лист сопровождают в машину две системы сушильных войлоков. Бумажный лист, содержащий еще 10-20% воды, затем при необходимости подвергается поверхностному проклеиванию в клейном прессе, и после этого вновь сушится. Затем бумага проходит через чугунные цилиндры машинных каландров, где уменьшаются поверхностные неровности. После этого бумага наматывается в рулоны.

13. МЕЛОВАНИЕ БУМАГИ

Общие сведения

В бумагоделательной терминологии мелованная суспензия — водная дисперсия тончайших связующих и пигментов, наносимая на одну сторону (односторонне мелованная бумага) или на обе стороны бумажного листа (двусторонне мелованная бумага). После высушивания мелованного покрытия на бумаге образуется однородный очень гладкий слой, скрадывающий шероховатости волокнистой основы. Покрытие имеет микропористую структуру, обеспечивающую высокое качество печати даже с растром высокой линиатуры.

Мелование, или нанесение мелового слоя на бумажную основу, осуществляют двумя различными способами:

- вне машины, то есть на уже готовую смотанную бумагу;
- в машине, то есть во время изготовления бумаги в машине непрерывного действия.

В первом случае машина, на которой выполняют мелование, — меловальная машина, — представляет собой отдельный производственный комплекс. Во втором случае меловальная группа включена в состав машины непрерывного действия, в позиции клейного пресса.

Первые установки мелования бумаги в машине были изготовлены сразу после Второй мировой войны. Меловальный элемент расположен примерно в середине всей машины, когда бумага уже полностью

осушена. Однако, в противоположность этой тенденции, возникла и другая, завоевавшая преимущественные позиции, — снабжать машину непрерывного действия отдельной меловальной установкой. Установлено, что экономичнее разделять две операции по производству основы и мелования, считая последнюю частью единого процесса, но идущей вслед за изготовлением листа. Хотя это приводит к лишней операции (сматыванию основы). Когда меловальная машина подключается к концу машины непрерывного действия, какая-либо ее остановка или ограничение производства (смена сеток, войлоков, и т. д.) приведет к остановке также и всего меловального комплекса; а какая бы то ни было остановка меловальной машины приводит к вредной остановке машины непрерывного действия, и ее будет сложно включить.

Меловальные устройства вне машины бывают различного типа: с воздушным шабером, валиковые, с металлическим шабером, с использованием хромированного цилиндра.

Мелованный слой можно наносить на две стороны за две последовательные операции, либо за одну операцию.

Большую важность для качества мелованной бумаги приобретает масса мелового слоя, осаждаемого на бумажную основу. Она колеблется от 7-8 г/м² на сторону при более дешевом меловании, до 20-25 г/м² при более дорогостоящем меловании.

Мелованная бумага подразделяется на две большие группы: гляцевая мелованная бумага и матовая мелованная бумага. Основное различие между ними — в том, что бумага первого типа каландрировалась (см. далее), а второго — нет.

Состав суспензии для мелования

Меловальная суспензия состоит из следующих компонентов:

- пигмента;
- клеящего вещества, коллоидально водорастворимого;
- воды;
- различных добавок.

Чаше всего при меловании используется карбонат кальция и каолин; другой весьма ценный пигмент — белый сатинит; его получают путем реакции известкового молока с раствором сульфата алюминия.

Кроме упомянутых пигментов, используются также и другие неорганические пигменты: титановые белила, сульфат бария и т. д., почти всегда в смеси с карбонатом кальция.

В течение долгих лет карбонат кальция утвердился, как самый важный для мелования пигмент, так как он отличается высокой белизной, недорог и позволяет получить матовую мелованную бумагу с высокой степенью гладкости.

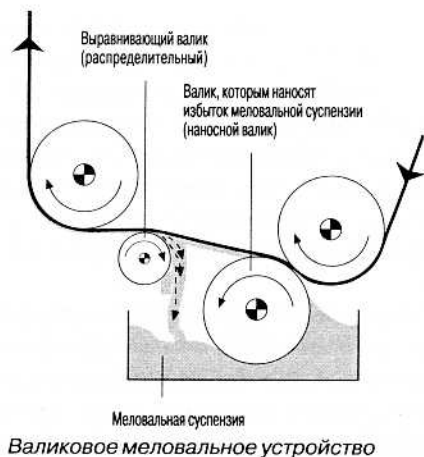
Клеящие вещества состоят из водорастворимых коллоидов. Традиционным клеящим веществом для мелования является казеин в щелочном растворе. Впрочем, самые широко применяющиеся в настоящее время коллоиды — это модифицированные крахмалы, то есть крахмалы, которые после определенной обработки (окисления, гидролиза, ферментной обработки и т. д.) стали водорастворимыми.

В последние годы казеин постепенно заменился синтетическими клеящими веществами, в особенности поливиниловым спиртом (полимером, растворимым в воде).

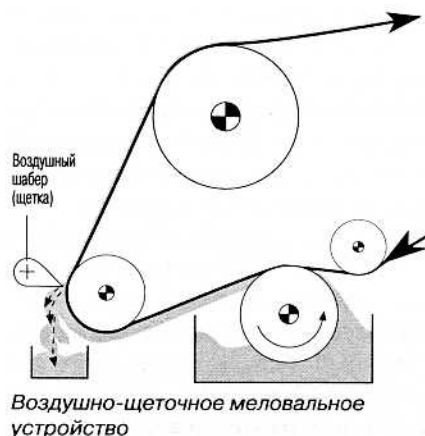
Рецептуру меловальной суспензии устанавливают в зависимости от способа печати, для которого предназначена бумага, то есть для высокой, офсетной или глубокой печати, поскольку для каждого из этих способов требуется бумага с особыми поверхностными свойствами.

Методы мелования

Методов мелования очень много; по-настоящему различаются по своей концепции или по конструктивным особенностям оборудования: щеточный, валиковый, воздушно-щеточный, метод литья прессовый,



Валиковое меловальное устройство



Воздушно-щеточное меловальное устройство

Валиковое мелование

Мелование посредством воздушного шабера

Мелование металлическим лезвием - шабером.

шаберный и т.д.. Некоторые из этих способов могут работать только на малых скоростях, поэтому сейчас они уже изжили себя, как неэкономичные.

Некоторые системы обеспечивают одновременное мелование на обеих сторонах бумажной ленты; другие обеспечивают мелование лишь одной стороны бумаги, вслед за чем, после сушки, проводится аналогичная операция на противоположной стороне. Последние машины называются простыми; те, которые обеспечивают одновременное двустороннее мелование — двойными.

Система сушки также может существенно различаться для двух типов бумаги: с простых машин лист сходит мелованным с одной стороны. Влажное мелованное полотно огибает немелованной стороной сушильный цилиндр, при этом покровный слой должен подсохнуть настолько, чтобы он не прилипал к горячей поверхности следующего сушильного цилиндра, с которым этот слой придет в соприкосновение.

В некоторых случаях выполняют так называемое предмелование (грунтовку), чтобы на поверхности листа образовалась подложка, на которую можно нанести последующий меловой слой.

В некоторых системах есть красильные машины с «множеством валиков», которые выполняют операции по нанесению нескольких слоев. Этот способ позволяет наносить на бумажную основу покрытие большой толщины. В современных системах лист пропускается через безволочные сушильные цилиндры, закрытые между двумя кожухами, где мощные потоки горячего воздуха сушат поверхность; или же можно сделать встроенные устройства с отопительными панелями на инфракрасном излучении.

С введением двойных машин бумага, выходящая со стадии мелования с одновременным двусторонним покрытием, должна пройти через туннель, в котором потоки горячего воздуха приподнимают лист метров на двадцать, пока он частично не обсохнет, после чего он поступает в ряд сушильных цилиндров, нагреваемых паром.

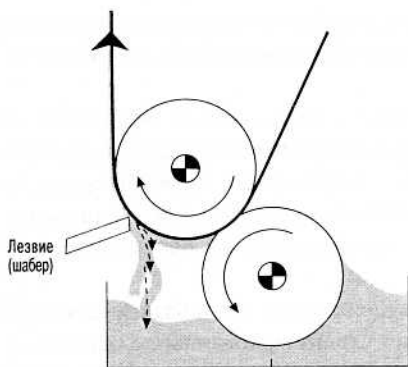
Значительным прогрессом в меловании бумаги оказалось введение управляемых хромированных цилиндров, вращающихся со скоростью, равной или отличной от скорости бумаги: некоторые из них можно тянуть или даже катить в направлении, противоположном движению бумаги.

Сушка бумажной ленты проходит в туннеле посредством горячего воздуха; в некоторых установках мощность сушки увеличена за счет инфракрасного излучения, испускаемых электрическими отопительными панелями или газовыми горелками.

Бумажная лента, идущая с катушки на разматыватель, прилипает к движущемуся металлическому цилиндру, который зачерпывает меловальный состав из бака; поэтому лист покрывается избыточным количеством меловальной смеси. Избыток состава сдувается с листа тонкой воздушной струей, направленной под углом к поверхности бумаги, собирается в ванну, где перемешивается и рекуперируется со свежим. Можно отрегулировать зазор (ширину воздушной струи), угол ее наклона и скорость выходящего воздуха.

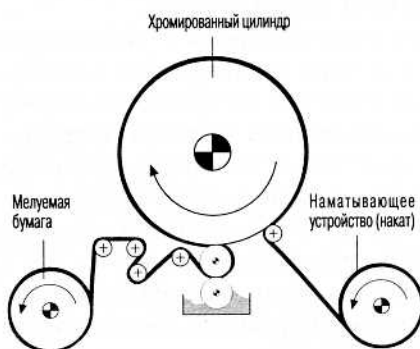
Система мелования воздушным шабером дает бумагу с хорошим качеством поверхности, в том отношении, что возникающее сглаживание отчасти скрадывает поверхностные шероховатости волокнистой основы.

Принцип чрезвычайно прост: бумажную ленту, прилипающую к цилиндру из полумягкого каучука, покрывают избыточным количе-



Валик, которым наносится меловальная смесь с избытком (наносной валик)
Меловальная машина с металлическим лезвием - шабером

Мелование посредством хромированного цилиндра



Мелование хромированным цилиндром ("литое мелование")

ством меловальной смеси; гибкое металлическое лезвие (шабер) соскребают с поверхности избыток смеси. Исследования позволили уточнить многие элементы, нужные для промышленных установок: тип красочного аппарата, тип меловальной смеси (ее состав, вязкость, процент твердых тел и т.д.), тип шабера, его гибкость, угол, давление, диаметр и твердость контрцилиндра и т.д.; но истинная причина успеха – скорость операции. Она выполняется в два приема: вначале лист мелуют с одной стороны, потом сушат и немедленно мелуют с другой стороны, и вновь сушат.

Мелование металлическим шабером имеет ряд значительных преимуществ по сравнению со всеми прочими системами: прежде всего, скорость действия. За счет соскребания и проглаживания неровности основы почти уничтожаются, и поверхность становится однородной, бархатистой, приобретает высокую степень каландрируемости.

Эта система такова же, как и та, которая используется для получения бумаги односторонней гладкости, или "афишной бумаги". Такой тип бумаги – естественной, то есть, немелованной – обязан своим глянцем следующему механизму: еще влажный, то есть пластичный лист прижимается к поверхности большого цилиндра, нагретого до высокой температуры. Давление моделирует поверхность листа до точного соответствия поверхности цилиндра.

В системе мелования хромированным цилиндром используют тот же принцип: бумага, на которую нанесен дозированный слой влажного мелованного покрытия, прижимаясь к хромированному цилиндру, прилипает и приклеивается к поверхности: температура цилиндра высушивает мелованный лист, который сам отлипает, приобретая зеркальную поверхность. Этот метод, особенно пригодный для тяжелой бумаги и полукартон, называется также "литым мелованием" (cast-coating).

14. ЗАВЕРШАЮЩИЕ ОПЕРАЦИИ

Термин «завершающие операции» приобрел значение доводки, то есть выполнения с выходящими из основания машины непрерывного действия рулонами бумаги операций по намотке, резке или иных, так, чтобы подготовить ее к использованию.

С этой целью в отделе завершения имеются также механизмы для доводки: каландры, калибровочные машины, устройства кондиционирования, а также бумагорезательные, намоточные, сортировальные, упаковочные машины и т.д.

Поскольку для каждого типа бумаги необходимы особые завершающие операции, рост цен диктует необходимость максимально ограничить количество типов производимой бумаги, стандартизировать массу и форматы бумаги, а также автоматизировать многие операции.

Вторичное мотальное устройство

Как мы уже видели, бумага, выходящая из бумагоделательной машины, идет в машинный каландр; та бумага, которая будет каландрироваться в суперкаландре, этой операции не подвергается.

Обычно большой рулон, сходящий с бумагоделательной машины, наматывается повторно, по ряду причин.

Первая заключается в том, чтобы немедленно по выходе из машины непрерывного действия устранить брак, осуществить склейки по правилам и отправить на суперкаландр только хорошую бумагу, тем самым ускоряя процесс, чтобы не повредить хрупкую поверхность цилиндров суперкаландра введением бракованной ленты.

Если бумагу нужно меловать, поступление ее на вторичное моталь-

ное устройство становится неизбежным, поскольку это позволяет выявить и устранить возможные отверстия или дефекты листа.

При повторной намотке бумаги, когда рулон подошел к знаку, оператор замедляет разматывание и, найдя дыру, останавливает бумагу, заклепывает дыру прорезиненной бумагой или бумагой, наклеенной на пленку из клейких термопластов.

Вторичное наматывающее устройство может применяться также для переворачивания поверхности бумаги относительно рулона (лицевой стороны вместо изнанки, и наоборот).

Бумага машинной гладкости и каландрированная бумага

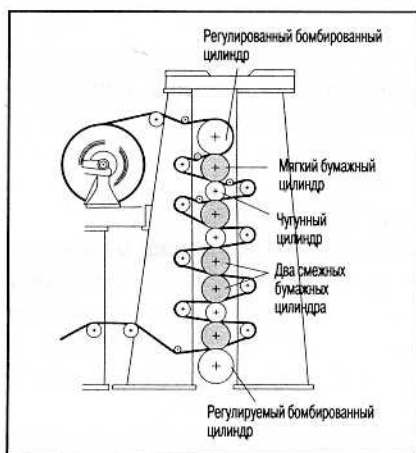


Схема суперкаландра

Иногда бумагу машинной гладкости путают с каландрированной бумагой. Кроме тех различий, которые есть у двух машин, выполняющих эти операции, бумага машинной гладкости никогда не бывает глянцевой. Иногда по эстетическим или технологическим причинам предпочитают бумагу машинной гладкости, иногда – каландрированную. Технологические причины зависят от того, что возможность запечатывания бумаги в типографии способом глубокой печати, прежде всего, тесно связана с однородностью (сомкнутостью) и гладкостью ее поверхности. Бумага машинной гладкости никогда не отличается совершенно однородной поверхностью, а поэтому глубокая печать обычно не дает хороших результатов из-за так называемых “непроектов”, или участков листа, на которые не попала краска из-за того, что они не соприкоснулись с ней. В офсетной же печати хорошие результаты дает и бумага машинной гладкости, и каландрированная бумага, поскольку офсетная резина приспосабливается как к тонким, так и к грубым поверхностным неровностям.

Напротив, справочники, учебники, художественную литературу следует печатать на гладкой, но матовой, а не на глянцевой бумаге, поскольку блеск утомляет зрение и чтение становится затруднительным. Что же касается газет, здесь мнения расходятся. Бумага машинной гладкости мягче, более пухлая, более непрозрачная; краска на ней легче сохнет. Каландрированная бумага дает более четкую печать, более точное изображение, более видный текст. Часто приходят к компромиссу, то есть к не слишком выраженному каландрированию.

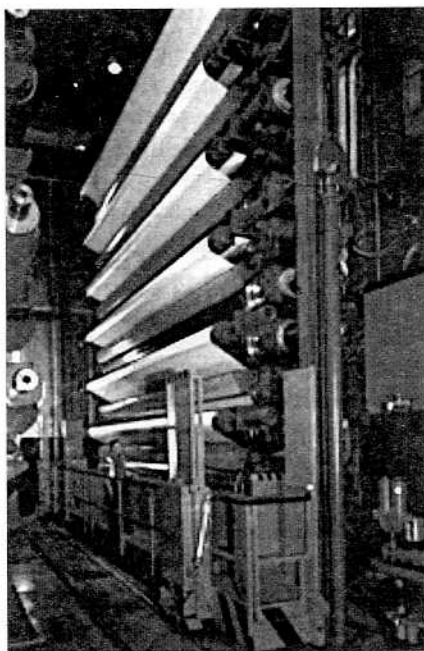
Еще одно различие между обработкой в машинном каландре и каландрированием заключается в том, что бумага до поступления в машинный каландр не смачивается, а та бумага, которая идет на суперкаландр, должна увлажняться. Степень увлажнения весьма различна, в зависимости от типа бумаги, ее массы, от типа выбранного каландра, температуры и рабочего давления и т.д. Влажность, необходимая, чтобы придать бумаге хорошую каландрируемость, может равняться от 7-8% для легкой мелованной бумаги до 25% для “жирной” бумаги типа пергамина.

Увлажнение преследует различные цели – сделать бумагу менее хрупкой, иначе она будет легко рваться; обеспечить обильное выпаривание воды, содержащейся в бумаге, вызванное нагревом цилиндров суперкаландра; обеспечить глянцевитость бумаги, которая весьма посредственна у сухой бумаги. Склоняются к замене смачивания распылением струями пара, осуществляемым в различных точках суперкаландра.

Каландрирование

По очень общей классификации каландры разделяются на холодные и горячие. Первые подвергаются небольшому нагреву исключительно за счет трения между цилиндрами; во вторых есть возможность подогрева за счет вбрасывания пара под давлением в полость цилиндров.

Холодные каландры состоят из ряда перекрывающих друг друга цилиндров, попеременно из чугуна кокильного литья, и из более мяг-



Каландр

кого волокнистого вещества (хлопка или смеси целлюлозы с шерстью или асбестом).

Бумага вводится в каландр сверху, между самым верхним и следующим за ним цилиндрами; поэтому каждая поверхность касается попеременно чугунной и бумажной поверхности. Примерно в середине каландра находятся два смежных бумажных цилиндра, которые переворачивают поверхности бумаги: та, что вначале касалась чугунных цилиндров, будет касаться бумажных цилиндров, и наоборот.

Глянцевитость придается твердой зеркальной поверхностью чугунных цилиндров; бумажные цилиндры только обеспечивают контрдавление и, за счет их относительно шероховатой поверхности, обеспечивают большее прилипание бумаги, ибо она таким образом скользит по гладкому металлическому цилиндру. Твердость бумажных цилиндров определяет ширину контактной полосы, а значит, и давление каландрирования. Для мелованных бумаг необходимо, кроме того, глянцевание трением, для чего во многих случаях используются хлопковые цилиндры, очень мягкие и с хорошей способностью глянцевания.

Хороший результат в каландрировании зависит не только от типа каландра и от процедуры каландрирования, но в большой мере, и от каландрируемости бумаги: очень размолотая масса даст более каландрируемую бумагу, но и на мягкой бумаге можно получить хорошее каландрирование, поскольку можно увеличить давление, не получая при этом серой бумаги.

Так называемую жирную бумагу, то есть пергамина, можно сделать глянцевой и прозрачной, каландрируя ее особыми приспособлениями. Увлажнение очень сильное, количество воды доходит до 25-30% от веса бумаги.

Кондиционирование бумаги

Кондиционировать бумагу — значит довести степень ее влажности до определенного постоянного значения на всем листе и во всей партии. Если кондиционированная бумага находится в кондиционированной атмосфере, при относительной влажности, сходной с содержанием в ней влаги, она будет стабильной по размерам при различных манипуляциях и не будет ни гофрироваться, ни морщиться.

Однако условия потребления выдвинули новые требования: более скоростные печатные машины, быстрота выключения, уменьшение отходов, требования все лучших результатов — таковы современные условия работы. Бумажник, полагаясь на существенную надежность современных систем контроля, оказался перед необходимостью получить в бумагоделательной машине отличную продукцию, в том числе, и с точки зрения содержания влаги, чтобы таким образом устранить дорогостоящую операцию кондиционирования бумаги, вышедшей из машины, которая в прошлом встречалась очень часто.

Почти повсеместно в печатных цехах распространяется обычай поддерживать кондиционированную атмосферу с относительной влажностью 50% и температурой 23°.

Намоточные машины (накаты)

Машина, преобразующая большой рулон, выходящий из машины непрерывного действия в более мелкие рулоны, называется намоточной машиной; она должна смотать ленту с вала, разрезать бумагу на несколько лент определенной ширины, обрезать кромки, то есть края, и намотать ее под регулируемым давлением на картонную втулку. Резка — это очень тонкая операция; она выполняется циркулярными ножами и контрножами, управляемыми таким образом, что два лезвия действуют, как единые циркулярные ножницы.

Регулярное постоянное натяжение бумажной ленты обеспечивает

получение компактного рулона, готового к дальнейшему использованию.

Бумагорезательные машины

Бумагорезательные машины преобразуют рулон бумаги из непрерывной ленты в листы. Бумагорезка – простая машина; она состоит из каркаса рулонодержателя, группы продольного разреза вращающимися ножами и многоножевой группы, обеспечивающей поперечную резку. Симплексные бумагорезки обеспечивают резку одного формата; дуплексные могут резать одновременно с одного или нескольких рулонов листы различных продольных и поперечных размеров.

Продольная резка одной или нескольких бумажных лент выполняется вращающимися ножами: двойная пара по бокам, срезающая кромки, и другие пары (нож и контрнож), смещающиеся таким образом, чтобы получить желаемые размеры.

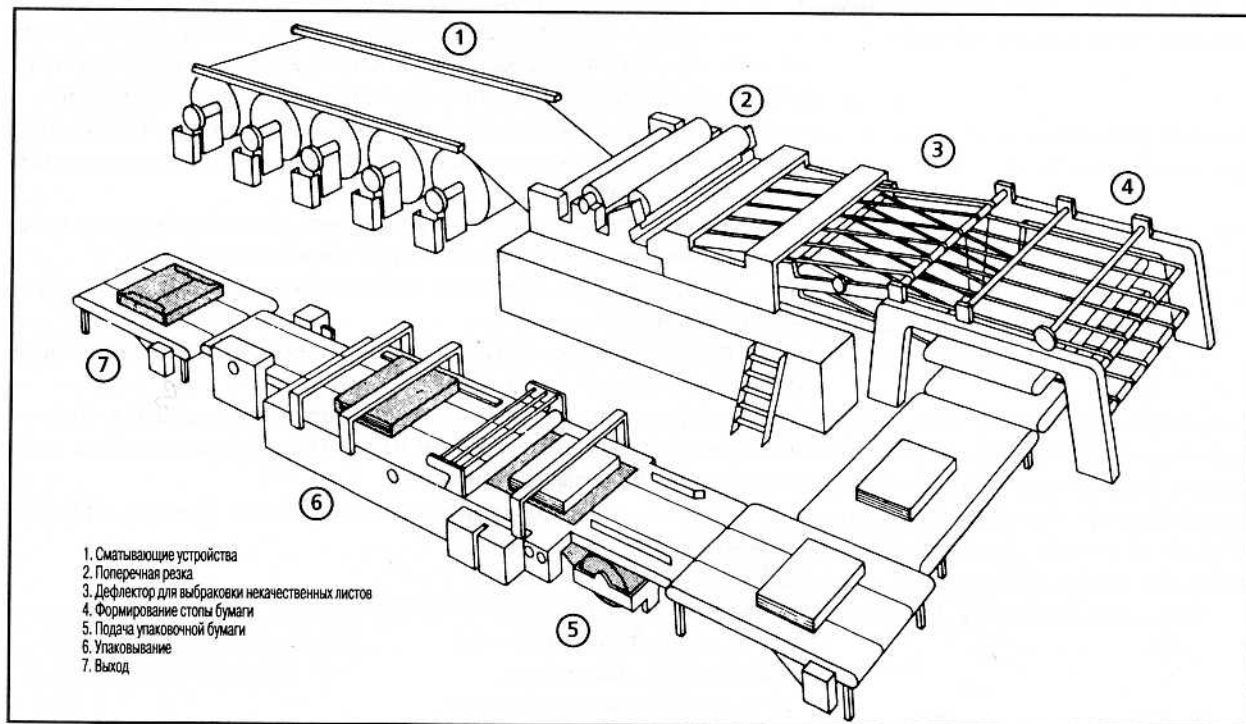
Поперечная резка выполняется ножом, монтированным на образующую металлического цилиндра. Выступающий нож на каждом круге встречается с неподвижным контрножом, расположенным на соответствующем суппорте. Регулируя скорость подачи бумаги падением ножа (скорость вращения цилиндра), получают резку желаемого формата и с допусками, требуемыми современными листовыми печатными машинами.

Отборочно-счетные залы

Сегодня на большей части бумагоделательных фабрик есть еще отборочный цех существенных размеров, в основном, там, где производят дорогие типы бумаг редкого ассортимента. Операцию выполняют вручную квалифицированные работники. Критериев отбора много, и они изменяются в зависимости от производителя, клиента, типа бумаги, применения и т.д.

Сегодня существуют автоматические механизмы, которые уже на обрезанном рулоне, режут, обследуют и сортируют лист, как удовлетворительный, либо отбраковывают его.

Подсчет ныне выполняется автоматическими счетными машинами;



после счета листы группируют в стопу или в пачки, в зависимости от типа, массы и формата. Стопа – единица меры упакованной бумаги; она состоит из 500 листов. Поскольку обычно вес стопы не должен превышать 21 кг, в случае бумаги с высокой массой и/или большим форматом, прибегают к упаковке в пачки, то есть упаковывают частями стопы; пачки могут состоять из 250, 125 или 100 листов.

Упаковка. Тара. Складирование

Обычно вся дорогостоящая бумага в листах упаковывается.

Введение механических подъемных тележек привело к распространению поддонов или палет, что позволяет избежать затруднительного обертывания пачек или стоп в бумагу: листы, штабелируемые на палету, считаются и помечаются выступающими полосками бумаги, затем упаковываются блоком в пластиковые чехлы. Такой тип тары не только обеспечивает лучшую защиту, но прежде всего, сохраняет бумагу в однородной по влажности воздушной среде на всей палете, чем достигается однородность и плоскостность листов. Бумага, не предназначенная к немедленному использованию, складывается в обычной среде; оптимальны температуры от 20 до 25°C; низкие температуры вредны.

Важна также и относительная влажность, которая должна составлять 50-60%, включая различные значения относительной влажности, требуемые различными типами бумаг и клиентами. Даже с бумагой в рулоне следует обращаться осторожно; если головки открыты, они могут поглощать или отдавать влагу в зависимости от относительной влажности среды и равновесной влажности бумаги. Рулоны мелованной бумаги следует защищать и по бокам, и сверху водонепроницаемым материалом – полиэтиленовой бумагой или полиэтиленовой пленкой.

15. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ БУМАГИ

Классификация бумаги и картона

Бумагу и картон можно классифицировать по разным критериям. Поскольку различие между бумагой, полукартонном и картоном в основном основывается на массе, следует упомянуть, что картон и полукартон могут изготавливаться в виде единого листа, как и бумага, либо в виде нескольких листов, соединяемых во влажном состоянии на машине непрерывного действия, или же соединяемых вне машины соответствующими клеящими веществами. Обычно масса бумаги равна до 200 г/м², полукартон от 200 до 400 г/м², картона – более 400 г/м². Однако это не слишком четкое и не всегда соблюдаемое различие.

В соответствии с еще одним критерием, различаются бумага писчая и печатная, промокательная, упаковочная и, наконец, специальная и технические бумаги.

В соответствии со способом изготовления, бумагу подразделяют на:

- сделанную ручным способом, по старой технологии;
- изготовленную ручным и механическим способом круглосеточной машиной;
- изготовленную механическим способом, плоскосеточной бумагоделательной машиной.

Классификации основываются на степени проклеивания, на степени гладкости, на наличии или отсутствии мелования и на прочих поверхностных характеристиках.

Наконец, основываясь на волокнистом составе, бумагу по ГОСТу подразделяют на:

- № 1 – 100% целлюлозы;
- № 2 – 20 - 50% древесной массы,
80 - 50% целлюлозы;
- № 3 – 40% целлюлозы,
60% древесной массы.

Мы рассмотрим писчую и печатную бумагу и вкратце упомянем специальную и техническую бумагу.

Писчая и печатная бумага

Газетная бумага. Это ходовая малопроклеенная и очень влагопоглощающая бумага, состоящая на 70-80% из древесной массы и в остальном – из сульфитной целлюлозы. Ее масса в среднем равна 50-60 г/м².

Журнальная бумага. Поскольку журнальные публикации обычно печатаются глубокой печатью, бумага должна подходить к этому способу печати, так, чтобы она быстро воспринимала жидкую краску (на основе растворителя), но не слишком впитывала ее. Существуют два типа: а) немелованная, состоящая примерно из 60% древесной массы, и в остальном – из целлюлозы хвойных пород, полтбеленной или беленной, с большим количеством наполнителей (не менее 20%), сильно каландрированная, массой 50 - 60 г/м², обычно называемая БК (белая каландрированная); б) мелованная, с малым количеством проклеивающих веществ, пигментом из карбоната кальция, массой 40-60 г/м², которая обычно называется “мелованной”.

Бумага для высокой печати. Она охватывает огромное количество видов тончайшей, тонкой, полутонкой, мелованной и немелованной бумаги. Из тончайших типов упомянем бумагу “библия”, очень тонкую (20-25 г/м²), матовую, прочную, состоящую из чистой целлюлозы и дорогих наполнителей. Тонкие типы – мягкие, очень белые, состоят из беленной целлюлозы хвойных и лиственных пород с большим количеством наполнителей (каолина и карбоната кальция); ходовые типы по составу приближаются к газетной бумаге.

Бумага для офсета (в листах). Типы этой бумаги также весьма разнообразны по характеристикам; прежде всего, различается мелованная и немелованная бумага. Обычно все типы офсетной бумаги должны отличаться следующими характеристиками:

- продольная сторона должна быть параллельна направлению волокон, чтобы она могла в машине (в направлении движения печатного цилиндра) компенсировать изменения размеров, вызываемые гигрометрическими изменениями, а они всегда больше в поперечном направлении;
- постоянным содержанием влаги;
- хорошей проклейкой как в массе (чтобы уменьшить поглощение влаги) так и поверхностной (чтобы лучше связать волокна и уменьшить пыление);
- для мелованной бумаги необходима хорошая водостойкость и не слишком высокая щелочность состава для мелования. Эта бумага всегда включает большое количество наполнителя, с целью улучшения ее непрозрачности и печатных свойств; у менее дорогих типов те же свойства получаются за счет наличия древесной массы.

Бумага для офсета в рулонах (рулонный офсет). Для такой бумаги в рулонах пригодны те же правила, что и для офсетной бумаги в листах; но необходимо, чтобы характеристики соответствовали типу сушильного устройства в рулонной ротационной офсетной машине, то есть посредством горячих цилиндров либо открытым пламенем. Во избежание образования пузырьков пара (“blistering”) и других неудобств, связанных с высокой температурой сушки, бумага должна иметь:

- большую пористость;
- хорошо связанные волокна;
- низкую влажность (не более 4%).

Мелованная бумага. При уже указанных различиях между типами бумаги, мелованными “в машине” и “вне машины”, из множества типов мелованной бумаги назовем следующие:

- иллюстрационная: это самый дорогой из “не машинных” типов, состоящий из чистой высококачественной целлюлозы, мелованного слоя, включающего дорогие пигменты (белый атласный и белый прочный); каландрирование дает очень блестящую гладкую поверхность;
- хромовая: она одностороннего мелования и используется для этикеток, карточек либо для соединения с другими типами бумаги; она может быть глянцевой или матовой;
- матовая: она имеет гладкую, но не блестящую поверхность, и выпускается как для высокой, так и для офсетной печати;
- полукартон (одно- и двустороннего мелования) используется для открыток, обложек, коробок и других нужд.

Писчая бумага. Она должна быть хорошо проклеенной (чтобы не растекались водные чернила), гладкой, достаточно непрозрачной и иметь высокую степень белизны (обычно она содержит также оптические отбеливатели); при ее изготовлении часто используют следующие компоненты: беленную натронную целлюлозу, небольшое количество древесной массы или без нее; малое количество наполнителей и крахмала в массе. Тонкий тип бумаги (“экстра прочная”) часто бывает с водяными знаками.

Упаковочная бумага и особые типы бумаг

Упаковочная бумага должна прежде всего отличаться высокой механической прочностью; бумага для упаковки продуктов питания должна отвечать нормам, установленным законом. Перечислим некоторые типы:

- крафт-бумага: изготавливается из небеленой или полубеленой сульфатной целлюлозы хвойных пород; используется в особенности для прочных мешков;
- пергамин: бумага из чистой целлюлозы, очень размоленная и каландрированная; иногда ее неправильно называют “промасленной” бумагой;
- растительный пергамент: используется для упаковки масла, сыров и прочего, состоит из высоко размоленной чистой целлюлозы;
- веленевая бумага: полупрозрачная с массой 16-22 г/м²; ее можно также крепировать и обработать карбамидной и меламиновой смолой, чтобы придать ей водостойкость.

Другие упаковочные бумаги: так называемая столовая бумага, используемая для второй упаковки пищевых продуктов; соломенная желтоватая бумага для мясников; очень ходовая серая бумага, изготовленная из регенерированных волокон из макулатуры.

Техническая бумага

К этой группе принадлежат различные типы бумаги специального назначения; среди них, кроме уже упомянутого растительного пергамента, перечислим: вощеную бумагу; жиропрочную бумагу; туалетную бумагу, состоящую из мягкой целлюлозы, обработанной карбамидными и меламиновыми смолами; фильтровальную бумагу; бумагу, пропитанную синтетическими смолами; бумагу для обоев, состоящую из длинноволокнистой целлюлозы и древесной массы, мелованную или соединенную с полимерными пленками либо с тканями.

16. РАЗМЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ. ФОРМАТ

Термином формат обозначают размеры листа бумаги, выраженные в сантиметрах или миллиметрах (десятичная метрическая система) либо в дюймах (англо-американская система). Некогда существовало множество форматов писчей и печатной бумаги, и называ-

лись они фантастическими названиями (королевский, львиный, императорский, папский, половинка, четвертушка и т.д.). Сейчас, благодаря международной унификации (стандартизации), число форматов сократилось, и в международном масштабе чаще всего используется ISO (международная организация стандартизации) и соответствующий ей UNI (итальянская организация унификации), а также ГОСТ.

В системе UNI основным считается прямоугольник с площадью 1 м², в котором отношение сторон равно 1:1,414. На практике рассматриваются три серии форматов, измеряемых в миллиметрах:

Серия А (для первичной бумажотехнической продукции, писем, брошюр, бланков, рисунков и т.д.), основной формат 1 м² :

A0:	841	x	1189	A4:	210	x	297
A1:	594	x	841	A5:	148	x	210
A2:	420	x	594	A6:	105	x	148
A3:	297	x	420				

Из одного формата получают следующий, разрезая продольную сторону пополам.

Серия В (для изделий, включающих изделия серии С, рассматриваемой ниже, то есть классификаторы, скоросшиватели и т.д.):

B0:	1000	x	1414	B4:	250	x	353
B1:	707	x	1000	B5:	176	x	250
B2:	500	x	707	B6:	125	x	176
B3:	353	x	500				

Серия С (для конвертов и обложек, которые должны включать в себя листы формата А) :

C0:	917	x	1297	C4:	229	x	324
C1:	648	x	917	C5:	162	x	229
C2:	458	x	648	C6:	114	x	162
C3:	324	x	458				

Кроме форматов ISO в России используются следующие основные форматы:

60x84	70x100
60x90	70x108
62x94	72x104
70x90	72x108
75x90	84x108;

но предусмотрены и дополнительные.

17. НЕБУМАЖНЫЕ ОСНОВЫ

Безусловно, бумага является самой широко используемой печатной основой. Некоторые ее характеристики, как например, цена, восприимчивость к печати, возможность переработки и приятность на ощупь, делают ее незаменимой.

Однако бумага не имеет некоторых технических и эстетических характеристик, что не дает возможности применять ее для специфических целей.

Типичный пример – выпуск гибкой упаковки, где нужны следующие технические свойства – совершенная непрозрачность, водонепроницаемость, жиропрочность, воздухо- и паронепроницаемость, отсутствие экстрактивных веществ: всех этих свойств у бумаги нет.

Иногда от основы требуется необычный вид, и поэтому в качестве печатных основ выбираются кожи или ткани.

Проблема заключается в том, чтобы каждый раз найти нужное сочетание между способом печати, типом краски и печатным оборудованием наиболее подходящими для данной цели.

Учитывая, что основы для печати могут быть самыми различными, рассмотрим те, которые мы можем считать наиболее обычными.

Ткань

Печать на ткани используется и как способ украшения ткани, и для выпуска обложек переплетенных книг, и для художественной печати. Ткань состоит из переплетения нитей, перпендикулярных между собой (основа и уток). Она может состоять из натуральных волокон (лен, хлопок, конопля, шелк) или из синтетических волокон (полиэфир, полиамиды, нейлон и т.д.). Обычно до начала печати, ткань аппретируют, то есть наносят на поверхность специальное покрытие, состоящее из растительного крахмала, для того, чтобы улучшить характеристики жесткости и краскопоглощения.

Искусственная кожа

Вследствие высокой стоимости и хрупкости кожи, были изобретены синтетические материалы, которые походят на нее как по внешнему виду, так и на ощупь.

Речь идет о термопластичных материалах, которые расплавляются и наносятся на основу, на которой рельефно воспроизведен типичный профиль различных видов кожи. По охлаждении искусственную кожу отделяют от основы и сматывают в рулон. Процесс выполняется в машинах непрерывного типа.

Металлический прокат

Одно из особых свойств металлов – их ковкость, или же возможность изготовить из них тонкие листы посредством плющения.

Операция, которая дает возможность получить металлические листы определенной толщины, называется прокатом или каландрированием.

Чаще всего используется алюминий, имеющий хорошую ковкость и сопротивляемость к атмосферным воздействиям, а также невысокую цену.

Процесс проката заключается в том, что алюминиевая заготовка высокой чистоты, проходя под стальными цилиндрами, отполированными до зеркального блеска, при постоянном уменьшающемся зазоре, доводится до состояния ленты нужной толщины. Этот лист (некоторые и сейчас называют его “фольгой”) можно использовать сам по себе, либо можно соединить его с различными основами (бумагой, картоном, полимерными пленками...). Можно изготовить его от максимальной толщины 2-3 десятых миллиметра, если он используется для изготовления банок для напитков, до минимальной толщины 7-10 тысячных миллиметра, когда его следует соединить с основой для изготовления упаковок для продовольственных товаров.

Печатать на алюминии не слишком трудно, но краска, разумеется, должна закрепляться путем испарения растворителя и/или окислительной полимеризацией.

Полимерные пленки

Под термином “полимерные пленки” понимают все основы для печати, состоящие из искусственных или синтетических пластических материалов, которые выпускаются и поступают в продажу в рулонах и листах.

Самый употребительный способ получения их – “экструзионным” путем.

Полимерная композиция (обычно содержащая, кроме основного полимера, также наполнители и добавки), нагретая до температуры выше температуры текучести полимера, проталкивается под давле-

нием через кольцевой зазор формующей головки. В результате получается непрерывная "трубка" пластиковой пленки, которая "надувается" воздухом так, чтобы получить законченную пленку нужной толщины. После охлаждения пленку обрезают с двух сторон, получая таким образом два рулона материала.

Теперь проанализируем некоторые самые употребительные пластиковые материалы.

Целлофан

Это вещество, полученное из чистой целлюлозы, после того, как она была подвергнута химическому разрушению, а затем регенерирована и переведена в стеклообразную форму. Целлофан, изобретенный году в 1920, имеет прекрасную восприимчивость к печати, но используется все реже, из-за своей хрупкости и чувствительности к влаге. На нем можно печатать способом глубокой печати, флексографии и шелкографии, а также и офсетным способом, при условии использования соответствующих красок.

Лучшие характеристики получают при обработке поверхности водоотталкивающими лаками.

Полиэфир (PET)

Это прозрачная, очень прочная пленка, которую получают путем экструзии из особого полимера (полиэтилентерефталата). Она имеет отличные свойства прозрачности, непроницаемости к газам и водным парам; высокую стойкость к кислотам, щелочам, воде, маслам и жирам. Она сохраняет свои характеристики в пределах широкого температурного интервала. Исключительна ее механическая прочность (больше 2.000 кг/см^2).

PET широко употребляется для изготовления бутылок для пищевых продуктов.

Полиэтилен

Это термопластичный полимер, то есть он размягчается в тепле. Получается путем полимеризации газообразного этилена под высоким давлением и при высокой температуре. Полиэтилен очень гибок и деформируется при натяжении. Имеет стойкость к большей части растворителей и к воде, не имеет запаха и вкуса, прекрасно термосваривается, но не очень устойчив к нагреванию.

Его качества разнообразны в зависимости от молекулярного веса, поэтому обычно его классифицируют по высокой, средней и низкой плотности.

На поверхности этого материала печатать нелегко, если не провести предварительно особую поверхностную обработку в момент экструзии. Однако такая обработка ухудшает термосвариваемость, поэтому ее необходимо тщательно контролировать.

Полиэтилен используется для изготовления терморазрушающейся упаковки и для изготовления прозрачных пленок для домашней упаковки продуктов питания.

Поливинилхлорид (ПВХ)

Это полимер, из которого можно получить пленки как путем экструзии, так и каландрированием. Его можно подвергнуть сильному пигментированию, и изготовить в широкой гамме цветов, особенно для печати самоклеящихся этикеток.

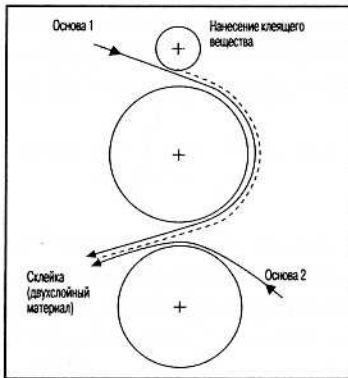
Поскольку это вещество растворяется в соответствующих растворителях, его можно нанести на основу, с которой он соединится после удаления растворителя; обычно это выполняется на основе из бумаги или на листе алюминия. Если же его нанести на стальную ленту, то пленка можно порвать, обрезать кромки и смотать в рулон. На практике он применяется во всех отраслях промышленности вследствие его прекрасных механических качеств и отсутствия старения. Он имеет хорошую жиростойкость и газонепроница-

мость. Среди различных материалов следует упомянуть астралон®, вследствие его особой важности в секторе полиграфии.

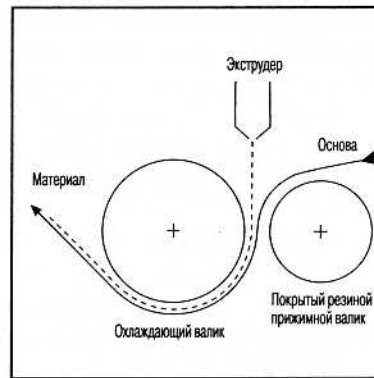
Из-за естественной несовместимости с водой и с жирами, он плохо запечатывается любым способом; краска должна состоять из компонентов, имеющих сродство к самому ПВХ.

Комбинированные материалы

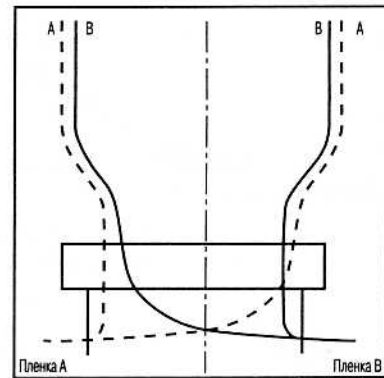
Для некоторых веществ требуется упаковка с такими свойствами, которые не могут существовать у одного отдельно взятого материала. Например, кофе, сигареты или некоторые лекарства: упаковка должна образовать преграду для воздуха, света, запахов, влаги; кроме того, она должна легко запечатываться и термосвариваться.



Холодное соединение с помощью



Нанесение полимерных пленок на подложки способом экструзии



Соединение путем коэкструзии

В таком случае прибегают к соединению двух, трех или более листов из различного материала, пытаясь максимально использовать их лучшие свойства. Например:

- бумагу, из-за ее печатных свойств и экономичности;
- полимерные пленки, из-за их термосвариваемости;
- алюминий, из-за того, что он совершенно не пропускает свет, запахи и газы.

Соединение можно выполнить во время экструзии, либо в холодном состоянии с помощью клея, восков и клейких веществ.

Печатать можно на готовом материале, либо на одном слое до соединения. Гораздо лучше выполнить это последнее, поскольку ясно, что стоимость одного компонента намного меньше, чем стоимость всего материала, поэтому лучше, чтобы неизбежный в бумаге брак происходил на одном компоненте. В том случае, когда наружный слой из прозрачного материала, печать можно выполнить на той стороне, которая далее будет соприкасаться с внутренним слоем, так, чтобы она была защищена от атмосферного воздействия, от царапин и случайных толчков, которым может подвергнуться готовый материал.

Нет пределов разнообразию возможных решений; мы ограничимся представлением картины самых обычных решений.